

# 1. 학사논문 지도교수: 기 창 돈

1-1. 위치/모션 인식 기반 게임 시스템 개발

1-2. SBAS(Satellite Based Augmentation System) 메시지 분석  
및 이를 활용한 위치 정확도 향상에 대한 연구

1-3. 무인항공기 비행 시뮬레이션

1-4. 무인항공기 촬영 영상의 시각화 및 인식 방법 연구

1-5. 인공 위성 위치 추적 알고리즘 연구

1-6. 실내 측위 기술 연구

1-7. 차세대 항법 및 유도 시스템

1-8. 큐브위성 자세 시뮬레이션 환경개발 및 관련기술 연구

실험실: GNSS실험실(GNSS Lab.)

연구실 홈페이지: <http://gnss.snu.ac.kr>

교수 연락처: (02) 880-1912, E-mail: kee@snu.ac.kr

담당조교: 김오종 (02) 880-8052, E-mail: laywind0@snu.ac.kr

## 1-1. 위치/모션 인식 기반 게임 시스템 개발

최근 스마트폰을 비롯한 모바일 기기의 사용이 확산되면서 위치 기반 서비스에 대한 관심과 수요가 급증하고 있다. 또한 Nintendo의 Wiimote와 같은 관성 센서 기반, Microsoft의 Kinect와 같은 영상 인식 기반의 모션 인식형 게임들이 활발히 개발되고 있다.

본 연구는 이와 같은 GPS/관성 센서/영상 센서 등을 활용하여 사용자의 실제 위치 및 모션 정보를 게임에 이용하는 것을 목적으로 한다. 이미 GPS를 기반으로 하는 위치 서비스를 이용한 게임은 출시되어 있다. GPS를 이용한 골프 거리 측정기나 Geocaching의 보물 찾기 게임 등 여러 가지 GPS를 이용한 게임이 등장하고 이용되고 있다. 모션 인식 기반 게임의 경우에도 Wii와 Xbox360을 통해 다양한 게임이 출시되어 있다.

본 연구에서는 GPS/Wiimote/Kinect 등의 위치/모션 센서의 활용을 통해 가상공간과 실제공간의 결합에 대해 이해하고 이를 사용한 게임 시스템을 개발해 보도록 한다. 개발될 게임의 성격에 따라 위치/모션 센서들 중 어느 한 가지를 사용하거나 두 가지 이상의 센서의 조합을 사용할 수 있으며, 실제 스마트폰 상의 어플리케이션의 형태로 개발해 보는 것도 가능하다.

### ➤ 과거 학부논문 진행 예시

- 시각장애인을 위한 Kinect Sensor의 활용
- Kinect를 이용한 3차원 공간 정보 디스플레이 시스템의 구현
- Kinect Sensor를 활용한 3차원 두더지 잡기 게임 개발
- Kinect를 이용한 사람 얼굴의 자세결정
- Kinect Sensor 기반 앵그리버드 게임 - 자동 포격 시스템



## 1-2. SBAS(Satellite Based Augmentation System) 메시지 분석

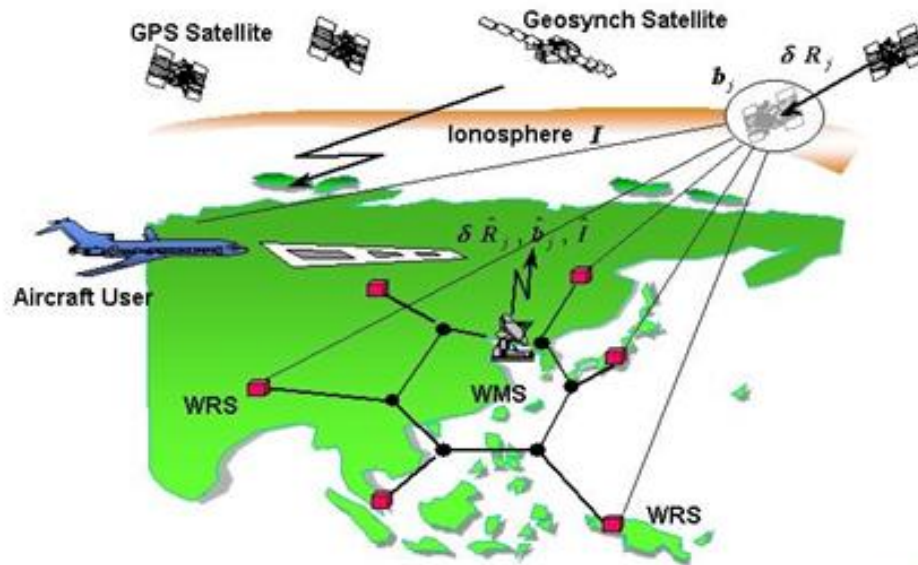
### 및 이를 활용한 위치 정확도 향상에 대한 연구.

GNSS(Global Navigation Satellite system)를 이용한 사용자 위치정확도 향상을 위해서 보정항법시스템 개발 초기에는 DGPS(Differential GPS)가 연구되었다. 사용자의 위치를 계산하는 과정에서 오차의 원인이 되는 전리층, 대류층 오차 등의 원인을 제거하여 위치 Bias를 감소시키려는 목적의 연구 방법이다. 이러한 DGPS 기법의 경우 위성 수신기 외에 별도의 데이터 링크가 필요한데 반하여, 위성 기반 광역 보정항법 메시지 위성 시스템인 SBAS는 GNSS위성과 같은 주파수 대역의 신호를 수신하여 데이터를 해독하기 때문에, 별도의 데이터링크 없이 위성 항법 시스템의 무결성 정보, 전리층, 대류층 정보 등을 해독하여 사용자 위치의 정확성과 강건성을 향상시킬 수 있다.

본 연구에서는 수신된 SBAS 위성의 신호로부터 얻어진 항법 데이터를 바탕으로, 이진화되어 있는 코드를 해독한다. 이로부터 필요한 정보를 추출하여 사용자 위치 정확도를 향상시키기 위한 데이터를 재구성하는 과정의 알고리즘을 연구한다. 위성 신호로는 우리나라에서 수신 가능한 일본의 MSAS 데이터를 활용한다. 이 신호를 분석하여 얻은 데이터로 소프트웨어 수신기에 적용하여 위치 정확도 향상에 대한 성능 분석을 진행한다.

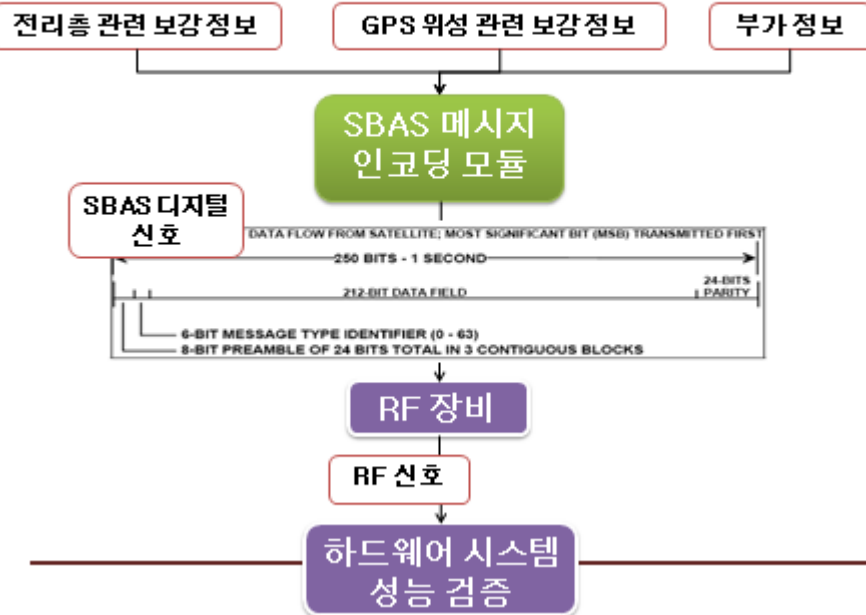
담당조교: 한덕화([gksejrghk@snu.ac.kr](mailto:gksejrghk@snu.ac.kr))

## 광역보강시스템 (SBAS, Satellite Based Augmentation System)



기준국 네트워크를 활용한 GPS 보강정보 생성  
→ 전 국토의 GPS 정확도 및 무결성 향상

## SBAS 메시지 생성



담당조교: 한덕화([gksejrhk@snu.ac.kr](mailto:gksejrhk@snu.ac.kr))

### 1-3. 무인항공기 비행 시뮬레이션

근래 무인기(UAV: Unmanned Air Vehicle)가 다양한 분야에서 활약하고 있어, 그 유효성이 입증되고 있다. 무인기도 대형은 중형 여객기 정도의 스케일이며, 소형은 손바닥에 실릴 만한 것도 있어 그 종류와 임무는 매우 다양하다. 특히 3D (Dull, Dirty, Dangerous) 임무 등엔 사람이 탑승하지 않는 무인기가 적합하다. 현재는 위성 경유에 의한 무인기 관제가 가능해져 고정밀도 광학 센서와 레이더를 탑재한 Predator와 Global Hawk는 장시간 체공성능을 발휘해 정찰과 감시임무를 수행하고 있다. 특히 글로벌호크는 태평양을 횡단하는 항속 성능, 제공 성능을 갖춰 자국의 기지에서 해외의 기지까지 스스로 비행하는 능력을 갖고 있다. 이와 같은 무인기의 주요 임무는 ISR(정보수집, 감시, 정찰)이지만, 군용뿐 아닌 민간 분야에서도 기상해양연구(화산관측 등), 국경감시, 재해지원, 통신중계 등의 분야에서의 활용이 기대되고 있다. 경제적으로도 무인항공기 산업은 전세계적으로 매년 10%가 넘는 고성장을 하고 있어 우리나라 차세대 유망산업 가운데 하나로 손꼽히고 있다.

본 논문에서는 무인항공기 운용의 기본이 되는 자동제어를 위한 준비과정으로서 무인항공기의 운동방정식을 유도하고 이를 바탕으로 비행운동특성을 이해하기 위해 Simulink 등을 이용해 시뮬레이션을 수행해 본다. 또한 시뮬레이션 결과를 보여 주기 위해 Visual C++을 이용하여 인터넷 통신(TCP/IP) 및 OpenGL에 기반한 디스플레이 프로그램도 만들어본다.

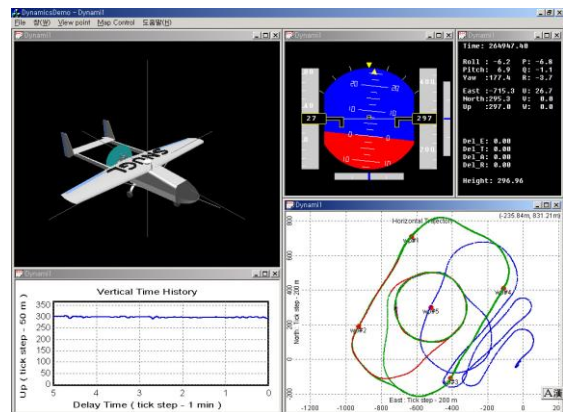
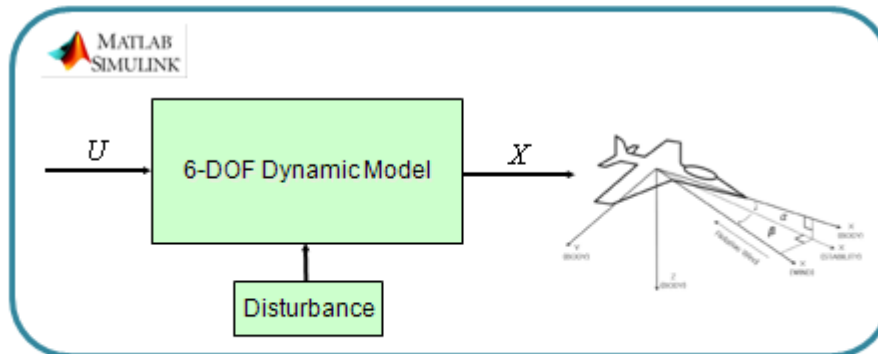


그림. 무인항공기 및 자동제어시스템 Display

담당조교: 배영환(yhbae1@snu.ac.kr)

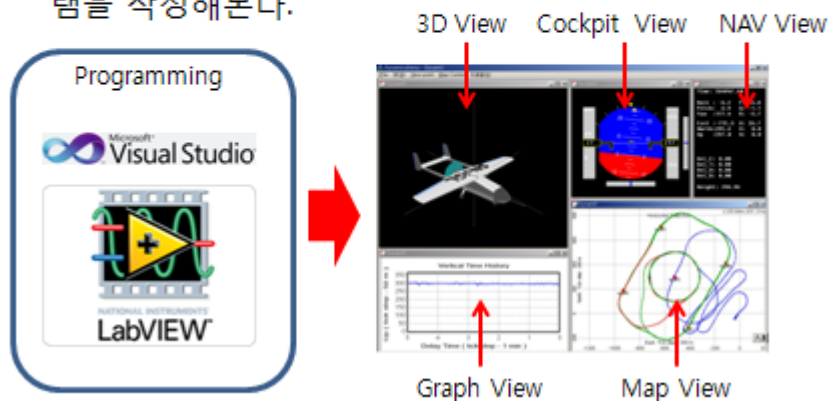
## 무인항공기 비행 시뮬레이션

- 항공기의 6자유도 운동방정식을 이해하고 Matlab을 이용하여 항공기 모델을 이용한 비선형 시뮬레이션을 수행하여 항공기의 기본적인 거동을 이해한다.



## 무인항공기 비행 시뮬레이션

- 시뮬레이션을 통해 나타나는 항공기의 운동을 LabView 또는 MFC프로그래밍 등을 이용하여 가시화 하는 프로그램을 작성해본다.





## 1-4. 무인항공기 촬영 영상의 시각화 및 인식 방법 연구

컴퓨터와 통신 그리고 항법 센서 기술의 발달에 힘입어 최근 무인항공기에 대한 관심이 고조되고 많은 연구 개발이 진행되고 있다. 무인항공기는 정찰 및 전투 등의 군사적 목적으로 많은 개발이 이루어져 왔으나 민간용으로도 농업 분야와 산불 및 해안 감시 등 다양한 활용 분야에 이용되고 있다. 무인항공기의 임무 중 가장 기본적이고 활용 가능성이 많은 것 중의 하나는 영상 정보의 획득이다. 획득된 영상 정보를 단순히 보여 주는데 그치지 않고 이를 디지털화하고 컴퓨터로 영상 처리하여 촬영물을 인식할 수 있다면 보다 유용하게 활용하는 것이 가능하다. 또한 무인항공기 촬영 영상은 그 자체로서도 유용하지만 다른 정보와의 결합을 통하여 보다 다양하게 이용될 수 있으며 새로운 기술의 개발도 가능하다.

본 연구에서는 무인항공기에서 실시간으로 전송된 영상을 컴퓨터 화면에서 효과적으로 시각화하고 사물을 인식하는 연구를 수행한다. 먼저 영상을 처리하는 기본적인 기술을 습득하고 연구를 통하여 제안된 영상의 활용 방법을 실제 응용 프로그램으로 제작한다. 획득된 영상의 활용 예로, IMU(관성 센서)나 GPS 등 다른 센서를 이용하여 측정한 자세 및 위치를 이용해 가상의 3차원 화면을 제작하고, 실제 촬영 영상과 합성하여 시각적으로 비교하거나, 촬영된 영상의 특정 사물을 추적하기 위해 촬영된 영상 정보와 외부 센서 정보를 바탕으로 카메라를 간단히 제어하는 연구가 있다. 프로그램 개발에는 Visual C++을 기본적으로 사용하게 될 것이며 DirectX나 OpenCV, OpenGL 등에 관심이 있다면 보다 좋은 경험이 될 것이다.

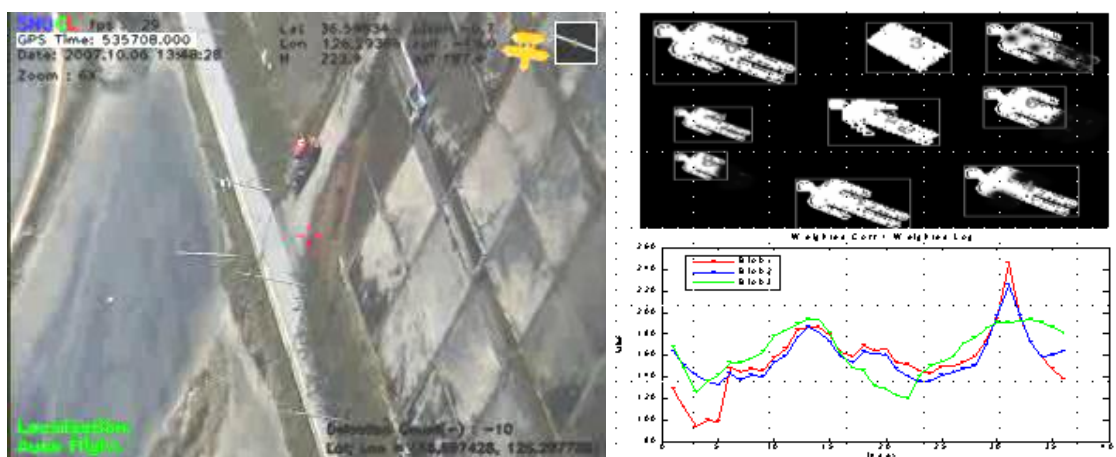


그림. 항공 촬영 예와 기초영상처리 결과 예

담당조교: 김정범(magicromeo@snu.ac.kr)



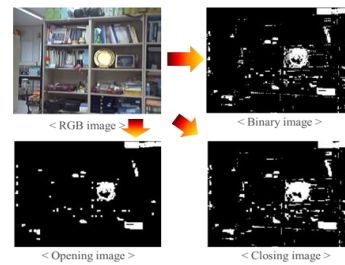
## ◦ 항공 촬영



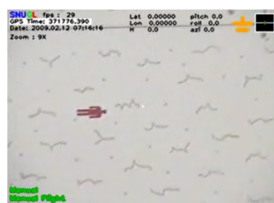
## ◦ 데이터 영상화



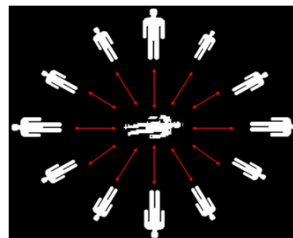
## ◦ 영상 처리



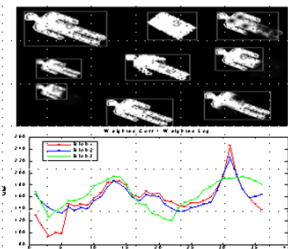
## ◦ 대상 인식



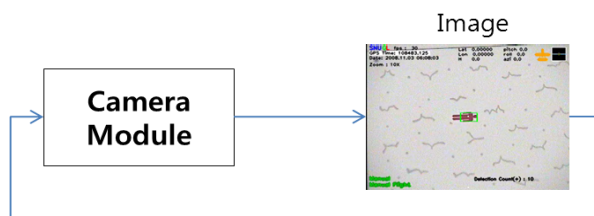
Image



Correlation with template



## ◦ 대상 연속 추적



Camera control input  
 $\Delta\phi, \Delta\theta$  (pitch, roll)

## 1-5. 인공 위성 위치 추적 알고리즘 연구

### 연구 목적

인공위성은 통신, 군사, 지상 관측, 기상과 우주 환경 연구 등 여러 분야에서 다양한 임무를 지니고 여기에 따른 장비를 장착하고 지구와 다른 행성을 중심으로 돌고 있다. 이러한 인공 위성의 정확한 임무 수행과 원활한 위성의 운용을 위해서는 필수적으로 인공 위성의 위치를 정확하게 알아내고 또 예측할 수 있어야 한다는 조건이 필요하다. 인공 위성의 궤도는 6개로 이루어진 Kepler 궤도 요소를 이용해서 손쉽게 표현할 수 있으나 이는 지구를 질점으로 가정하였을 때를 기준으로 표현한 것이고 실제 지구는 질점이 아니며 이외에도 태양과 달의 인력, 태양풍 등 우주 환경의 많은 요인에 의해서 인공 위성은 지구 중심으로 계산한 단순 궤도와는 어긋나는 궤도를 돌게 된다. 이를 해결하기 위해서는 여러 가지 복합적인 요소들을 고려한 정밀 궤도 추적 알고리즘에 대한 연구가 필요하다.

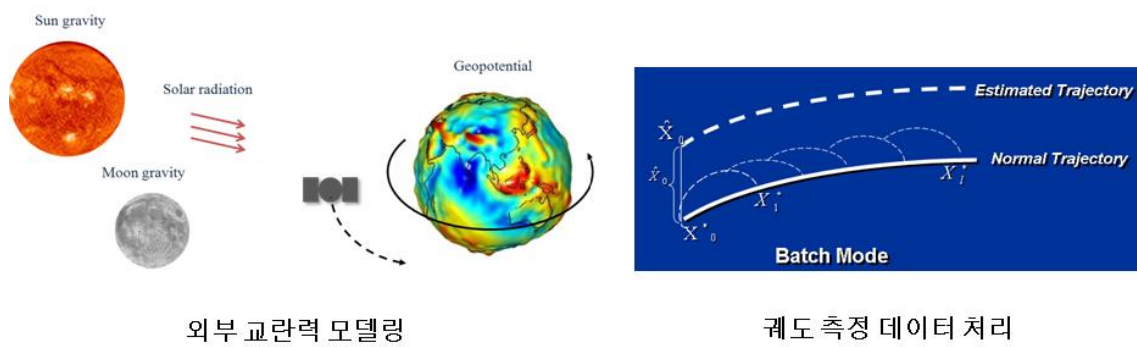
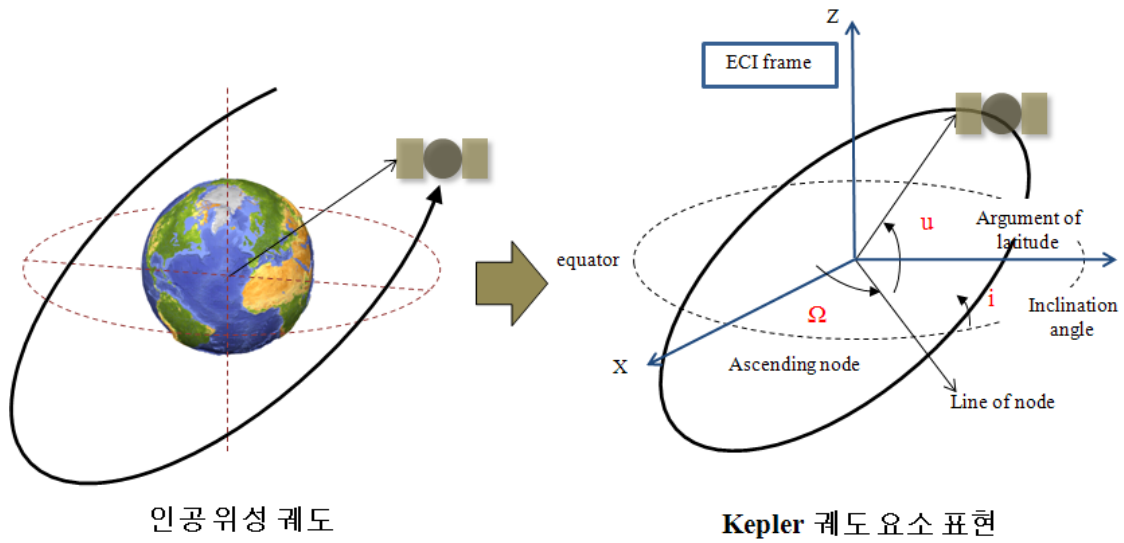
### 연구 내용

인공 위성의 궤도를 표현하는 기본적인 요소인 Kepler 궤도 요소의 생성과 표현 방법을 이용하여 인공위성의 위치와 속도를 기반으로 위성의 기준 궤도를 생성하도록 한다. 이를 바탕으로 지구 중력 이외에 인공 위성의 궤도에 영향을 미치는 섭동력인 제3체의 인력(태양, 달), 태양풍, 대기저항 등에 대해서 연구 하도록 한다. 그리고 인공 위성의 궤도 측정치에 영향을 미치는 잡음을 줄이고 위성 궤도 측정치에 섭동의 동역학을 계산해서 이의 영향을 반영하는 필터 알고리즘 구성에 대한 연구하도록 한다. 그리고 마지막으로 이를 바탕으로 인공위성의 궤도를 예측하는 연구를 하도록 한다.

### 연구 방안

시뮬레이터를 이용하거나 실제 위성에서 위치와 속도 측정치를 활용하여 인공위성의 위치, 속도를 Kepler 궤도 요소로 변환한 다음 후처리 방식으로 궤도 요소에서 오차를 분석하여 제거한다. 궤도 요소 측정치에 지구 중력 이외에 섭동력을 반영하여 궤도를 결정하고, 후처리 방식으로 처리하여 최종적으로는 실시간으로 위성의 위치를 추적하고 예측하는 방안을 연구하도록 한다. 그리고 인공 위성의 위치 추적 결과를 영상으로 시각화해서 표현하는 소프트웨어를 개발하도록 한다.

담당조교: 유선경 (albireo37@snu.ac.kr)



## 1-6. 실내 측위 기술 연구

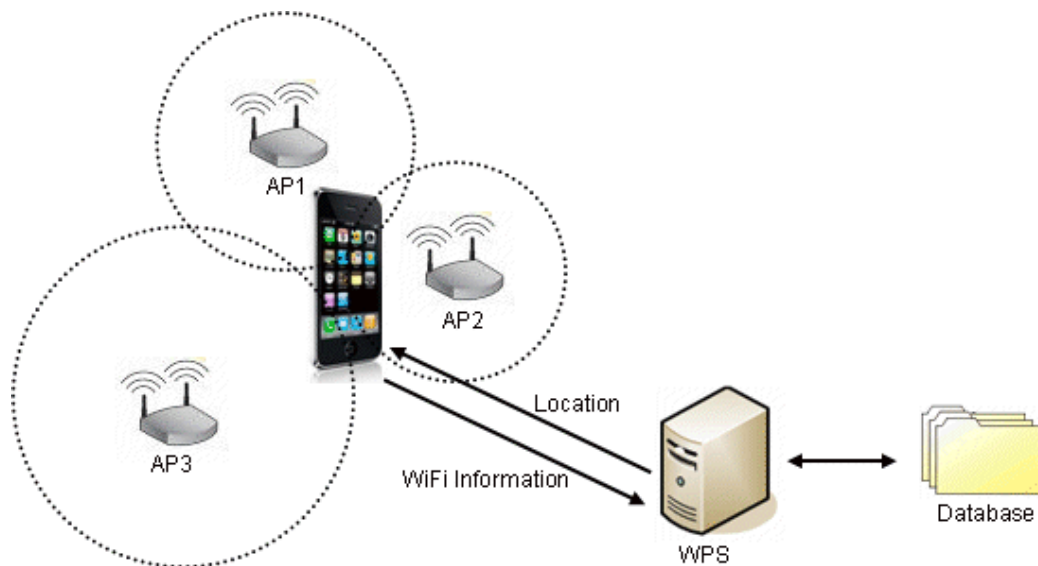
GNSS(Global Navigation Satellite System)는 다수의 위성이 동기되어 항법 신호를 송출하고, 이용자는 항법용 수신기를 이용하여 개별 위성 신호를 추적하며, 그 결과물로부터 수신기 안테나의 위치와 시간을 정확히 계산할 수 있는 항법 시스템을 말한다. 2000년 이후로 GPS를 중심으로 그 활용이 늘어나게 되면서 항공, 해양, 측량뿐 아니라, 개인 위치 정보를 위하여 스마트폰에서까지 다양하게 활용되고 있다.

한편 최근에는 대형 마트, 멀티플렉스, 공항, 운동 경기장 등 크고 복잡한 건축물들이 많아지면서 이러한 항법 시스템을 실내 환경에서도 사용하고자 하는 요구도가 증가하고 있다. 그러나 지상에서 20,000km 이상 떨어져 있는 곳에서 방송되는 위성 신호의 특성상 지상에서 수신되는 위성신호의 파워는 매우 작으며, 더군다나 야외가 아닌 실내 환경이라면 위성 신호를 수신하여 항법을 수행하는 것은 매우 어렵다. 따라서 실내 항법을 위한 다양한 대체 시스템들이 개발되고 있으며, 여기에는 의사위성, WIFI, UWB 등 다양한 센서가 활용되고 있다.

본 연구에서는 다양한 방법의 실내 측위 기법에 대하여 알아보고, 실내 환경에서 실제 센서 신호를 이용하여 위치를 계산해 보는 실험을 수행한다. 연구에 사용될 센서는 다양한 센서들 중에서 선택이 가능하며 연구 진행 과정에서 선정하도록 한다. 초기 개발은 센서를 이용한 레인징/측위 기법 스터디와 MATLAB을 이용한 후처리 기반 데이터 처리를 위주로 진행되며, 결과물에 따라 실시간 데이터 처리를 추가하여 데모 시스템을 구성해 보는 것도 가능하다.



실내 항법 기술의 활용 예시



WPS를 이용한 스마트폰의 WIFI 측위 예시

담당조교: 신범주 ([bjshin1984@snu.ac.kr](mailto:bjshin1984@snu.ac.kr))

## 1-7. 차세대 항법 및 유도 시스템

현대에는 GPS와 같은 위성항법 시스템(Global Navigation Satellite System)의 발달로 인하여, 항공기나 선박 등의 항법, 관제, 유도 시스템들은 과거의 지상 기지국 기반 시스템(VOR, DME, TACAN, NDB 등) 으로부터 위성항법 시스템으로 변화가 진행되고 있다. 위성항법 시스템은 가용 영역, 저비용, 높은 정확도 등 기존의 항법 시스템과는 차별화된 장점을 지니고 있기 때문에, 항공기/선박뿐만 아니라 차량과 일반 보행자 등에게도 널리 보급되어 활용되고 있다. 다만 위성항법 시스템은 고도 20,000km의 위성에서 방송하는 약 신호를 이용하므로 jamming이나 spoofing같은 신호 간섭에 취약하다는 단점을 지니고 있고, 고장 발생 시 즉각적인 대응이 어렵다는 문제를 지니고 있다. 따라서 항공, 선박이 운행되고 있는 상황에서 위성항법의 신호 간섭에 의해 발생할 수 있는 대형 인명 사고나 경제적 손실, 자연 훼손 등에 대비할 필요성이 증가하였기에, 최근에는 유사시에 GPS를 대체할 수 있도록 하는 차세대 항법 시스템에 대한 연구가 관심을 받고 있다.

특히 항공 운항의 경우 항법 시스템의 의존이 매우 크고, 문제 발생 시 대형 인명 피해 발생 등의 위험 요소가 매우 크기 때문에, 현재 미국과 유럽에서는 각각 NextGen과 SESAR라는 프로그램 내에서 유사시 위성항법을 대체할 수 있는 대체항법 (APNT: Alternative Positioning Navigation and Timing)에 대한 연구를 수행 중에 있다.

유사시에 GPS를 대체하기 위한 방법으로, 과거에 존재했던 항법시스템인 Loran을 다시 활용하는 방안도 연구 중에 있다. 기존의 Loran 시스템을 개선한 eLoran을 이용할 경우, 보다 정확하고 신뢰성 있는 서비스를 제공할 수 있게 된다.

또 다른 대체항법의 방안으로는 다수의 무인기나 비행선 등의 플랫폼에 GPS 신호와 유사한 신호를 송신하는 의사위성(pseudolite) 장비를 탑재하여 마치 위성항법처럼 해당 지역에서의 항법 시스템을 운용하는 방법이 있다.

이처럼 유사시에 GPS를 대체할 수 있는 차세대 항법/유도 시스템에 대한 연구수행이 필요하다. 차세대 항법 시스템에 대한 개념연구, 운용 시나리오 검토, 시뮬레이션을 이용한 정확도와 가용 범위 확인, 또는 새로운 아이디어를 이용한 항법 시스템 제안 등에 대한 연구를 수행해 볼 수 있다.

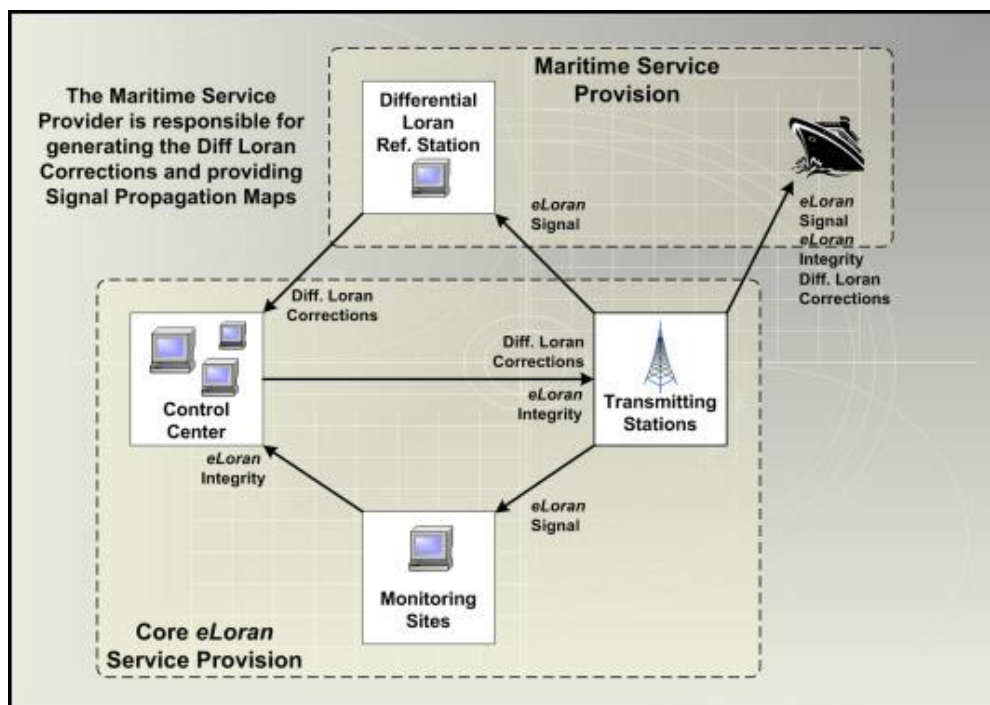


## Initial Alternatives Evaluated



- Time-difference of arrival (TDOA) of a signal between several known and carefully surveyed observation points
- Uses TIS-B as a data link for navigation
- Precise synchronization of the ground stations
- Leverages Existing DME/DME Technology
- RNAV Today; Impacts to Avionics to realize RNP
- Evaluating means to support both IRU and non-IRU aircraft
- New Concept
- Leverages DME/GBT Infrastructure
- Provides precise time to aircraft
- Impact to Avionics

## FAA의 APNT개념 디자인



## A Differential Loran System

담당조교: 김오종 ([laywind0@snu.ac.kr](mailto:laywind0@snu.ac.kr))



## 1-8. 큐브위성 자세 시뮬레이션 환경개발 및 관련기술 연구

인공위성의 성공적인 운용을 위해 위성의 자세 제어는 매우 중요한 역할을 수행한다. 태양광 충전을 위하여 위성이 태양을 향하거나, 지상국과의 교신을 위해 지상국 방향으로 위성의 자세를 제어할 필요가 있다. 이는 큐브위성과 같은 초소형 위성에도 마찬가지로 적용되며, 큐브위성과 같은 작은 사이즈의 경우에는 제한된 전력생산량과 사용 가능한 구동기의 제한으로 인하여 위성의 자세결정 및 제어가 쉽지 않은 것으로 알려져 있다.

본 연구실에서는 큐브위성의 자세결정과 제어를 위하여 EKF (Extended Kalman Filter)와 LQR (Linear Quadratic Regulator)을 이용하는 LQG (Linear Quadratic Gaussian) 제어기를 설계하였으며, 자세 결정을 위해서 자기장 센서, 태양센서, 자이로스코프를 사용하며, 자세 제어를 위해서는 자기장토크를 사용한다. 그리고 실험 환경의 고정된 자기장 값과 할로겐 램프 등을 이용하여 자세제어 알고리즘에 대한 검증을 수행하였었다.

그러나 본격적인 자세결정/제어 시뮬레이션과 검증을 위해서는 자기장 환경을 우주환경과 유사하게 모사할 필요가 있으며, 이를 위해서 Helmholtz Coil 등을 이용한 HILS (Hardware In the Loop Simulation)를 구성하여 위성의 궤도에 따른 자기장 변화를 고려하여 위성의 자세제어 알고리즘에 대한 검증을 수행할 필요가 있다.

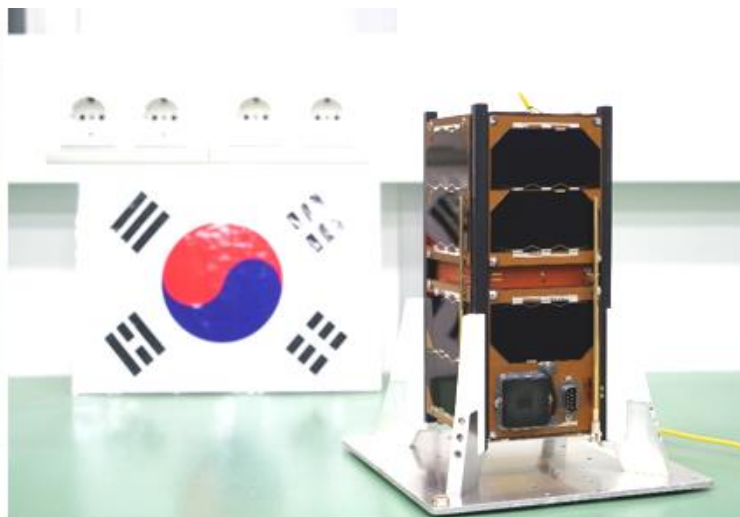
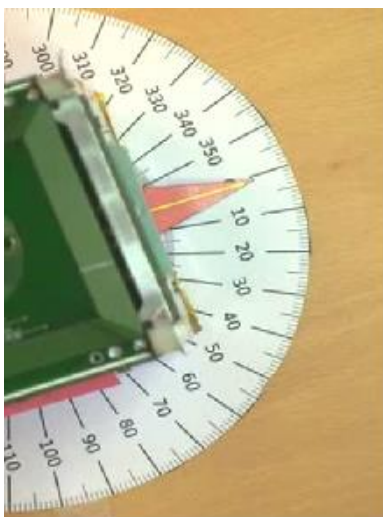
이를 위해서 본 연구에서는 우주 환경의 자기장을 모사할 수 있는 Helmholtz Coil과 같은 장비를 설계하여 실험 환경을 구성할 필요가 있으며, 제작 후 자기장 생성 방향과 세기 등에 대한 검증을 수행할 필요가 있다. 이 후, 큐브위성 Engineering Model을 이용하여 실제 위성의 자세결정과 제어에 대한 실험을 수행하여 위성의 자세가 원하는 대로 제어가 되는지 검증을 수행하게 된다.

참고로 본 연구실의 첫 번째 큐브위성 SNUGLITE는 한국항공우주연구원 주관의 “2015년 큐브위성 경연대회”에서 최종 선정된 3팀 내에 포함되었다. 2018년 여름에 개발이 완료되어 현재 로켓의 발사관에 장착되었으며, 2018년 하반기 발사를 앞두고 있다.

담당조교: 심한준 ([hanjos@snu.ac.kr](mailto:hanjos@snu.ac.kr))



큐브위성 자세제어 Hardware In the Loop 시뮬레이션을 위한 Helmholtz Coil 예시



자세제어 실험 중인 SNUGLITE 큐브위성 Engineering Model (좌측)

발사관 탑재 직전의 SNUGLITE 큐브위성 Flight Model (우측)

담당조교: 심한준 ([hanjos@snu.ac.kr](mailto:hanjos@snu.ac.kr))